

Aus der Ambulatorischen und Geburtshilflichen Veterinärklinik
der Justus Liebig-Universität zu Gießen
Direktor: Professor Dr. H. Tillmann

**Vergleichende Untersuchungen über die
flammenphotometrische Bestimmung des
Mineralstoffgehaltes und den Zellgehalt
in Kuhmilch**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
bei der Veterinärmedizinischen Fakultät
der Justus Liebig-Universität zu Gießen

eingereicht von
Gisbert Ultes
Tierarzt aus Homburg/Saar

Gießen 1970

Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Ambulatorischen und Geburtshilflichen Veterinärklinik
der Justus Liebig-Universität zu Gießen
Direktor: Professor Dr. H. Tillmann

**Vergleichende Untersuchungen über die
flammenphotometrische Bestimmung des
Mineralstoffgehaltes und den Zellgehalt
in Kuhmilch**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
bei der Veterinärmedizinischen Fakultät
der Justus Liebig-Universität zu Gießen

eingereicht von
Gisbert Ultes
Tierarzt aus Homburg/Saar

Gießen 1970

Mit Genehmigung der Veterinärmedizinischen Fakultät in Gießen

Dekan: Prof. Dr. H. Tillmann

Berichterstatter: Prof. Dr. H. Tillmann

Tag der mündlichen Prüfung: 4. Dezember 1970



Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
I. Einleitung	4
II. Literaturübersicht	5
1. Milchezusammensetzung	5
2. Zellgehalt der Milch	5
3. Mineralstoffbestandteile der Milch	7
III. Eigene Untersuchungen	12
a) Methodik	12
1. Natrium-, Kalium- und Calciumbestimmungen	12
2. Magnesiumbestimmung	13
3. Chlorbestimmung	14
4. Probenvorbereitung	15
5. Reagenzien	15
b) Untersuchungsergebnisse	16
1. Mineralstoffwerte in makroskopisch unveränderten Milch	16
2. Vergleichender Mineralstoffgehalt in den einzelnen Eutervierteln von Kühen mit Verdacht auf Euterentzündung	22
3. Der Mineralstoffgehalt während des Kolostrums	25
4. Mineralstoffgehalt während der Trockenperiode	27
5. Einfluß der Aufbewahrung auf den Mineralstoffgehalt der Milch	28
V. Diskussion	30
VI. Zusammenfassung der Ergebnisse	32
VII. Literaturverzeichnis	35

I. Einleitung

Die Milch ist das vollkommenste unter den Nahrungsmitteln und enthält fast alles, was der Körper zum Aufbau und zur Erhaltung benötigt.

HENRY SHERMAN schreibt: "Die Milch ist als Quelle von Energie, Eiweiß, Vitaminen und Mineralstoffen das hochwertigste Nahrungsmittel, das eine gut ausgeglichene Ernährung gewährleistet, eingerechnet Milchprodukte."

Nach der Tilgung der Tuberkulose und Brucellose in unseren Rinderbeständen erhalten in der Land- und Milchwirtschaft die Eutererkrankungen immer mehr Bedeutung. Die großen finanziellen Einbußen, die der deutschen Landwirtschaft jährlich durch Milchausfall, Lieferungsverbot und vorzeitigen Abgang von Milchkühen infolge von Eutererkrankungen entstehen, sind im Vergleich zu den milchwirtschaftlich am besten organisierten Ländern Europas, Dänemark und Holland, verhältnismäßig hoch. Nach Schätzung TOLLES (1967) beträgt der jährliche Milchverlust etwa 400 Millionen DM. Besonders die chronische Form der Mastitis hat sich zu einem speziellen Gesundheitsproblem der Hochleistungsrinder entwickelt. Eutergesundheitsdienste in Zusammenarbeit mit praktizierenden Tierärzten und tierärztlichen Instituten haben sich in den letzten Jahren eine regelmäßige Überwachung und Betreuung der Milchtierbestände zur Aufgabe gemacht. Eine vordringliche Maßnahme des Eutergesundheitsdienstes ist die frühzeitige Ermittlung von Mastitisbeständen. Dazu müssen diagnostische Untersuchungen in möglichst kurzen Zeitabständen wiederholt durchgeführt werden.

Zur Erkennung von Eutererkrankungen wurden bisher neben der bakteriologischen Untersuchung verschiedene Verfahren der Zellzahlbestimmung angewandt. Als weitere Methode zur Ermittlung von Eutersekretionsstörungen dient die flammenspektrophotometrische Chlorbestimmung, die BAFI-YEBOA (1968) im Rahmen einer Untersuchung durchführte. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde geprüft, ob auch die flammenphotometrische Bestimmung von

Natrium, Kalium, Calcium und Magnesium zur Mastitisdiagnose herangezogen werden kann.

II. Literaturübersicht

1. Milchzusammensetzung

Die Qualität der Milch wird entscheidend von der Gesundheit der Milchtiere, deren Haltung und Fütterung sowie der Hygiene bei der Milchgewinnung, Aufbewahrung und Transport zur Molkerei beeinflusst. Von großer Bedeutung sind der Gesundheitszustand des Euters, und die hygienische Kontrolle, um den Menschen vor den Gefahren die ihm durch den Milchgenuß drohen können, zu schützen. Gesunde Milch kann nur aus gesunden Eutern gewonnen werden.

Neben den Trockensubstanzen, Eiweiß und Laktose, zählen zu den wichtigsten Inhaltsstoffen der Milch: Fett, stickstoffhaltige Bestandteile, Kohlenhydrate, Phosphatide, Sterine, Enzyme, Mineralstoffe, Immunkörper und Vitamine. Der Gehalt an all diesen Stoffen unterliegt geringen physiologischen Schwankungen.

2. Zellgehalt der Milch

Der Zellgehalt der Milch hat seit jeher für die Beurteilung der Milch als Lebensmittel in hygienischer Sicht eine große Bedeutung gehabt. Auch in der Mastitisdiagnose als Basis für die Bekämpfung der Mastitiden kann auf die Zellzählung und Zelldifferenzierung nicht verzichtet werden.

Nach SCHULTZE-PETZOLD(1960) ist eine rein numerische Bewertung der in der Milch vorhandenen Leukozyten für die Diagnose vorsichtig zu behandeln, zumal die Leukozytenwerte in der Milch bei Kühen individuellen physiologischen Schwankungen unterliegen, die nach GALLE (1922) und SCHÖNBERG (1956) durch verschie-

dene Ursachen bedingt sein können: Kolostral- und Nachkolostralzeit, Altmilchzeit, Brunst und plötzlicher Futterwechsel (z. B. Weideauftrieb). Ferner ist für die Beurteilung des Zellgehaltes auch wichtig zu wissen, welcher Gemelkfraction die Milchprobe entstammt.

So nimmt nach übereinstimmender Ansicht der Zellgehalt vom Anfangsgemelk zum Endgemelk kontinuierlich zu (BREED 1917, WOLF 1932, KESSLER 1950). SEIFF (1932) beobachtete einen Zellanstieg im Endgemelk auf das Zwei bis Sechsfache, RUSSEL und HOFFMANN (1908) auf das Dreifache des Anfangsgemelkes. Schließlich kann auch schlechtes Ausmelken (OBIGER 1960) eine Erhöhung des Zellgehaltes bedingen. HILLMANN (1956) sieht die physiologischen Reizzustände des Euters als maßgebliche Ursache für die Schwankungen des Zellgehaltes an. Auch die individuelle Veranlagung und der allgemeine Gesundheitszustand der Tiere haben auf das Zellbild einen Einfluß.

Die in der Milch vorkommenden Zellen haben verschiedenen Ursprung. Man unterscheidet Zellen, die aus den Milchbildungsstätten und aus den ableitenden Milchwegen stammen sowie Zellen, die aus dem Blute in die Milch übergehen.

Die Verwertung des Zellgehaltes als diagnostisches Hilfsmittel ist aber nur dann sinnvoll, wenn eine verlässliche Norm als Beurteilungsgrundlage existiert. Als Grenzzahl für den mittleren Zellgehalt gesunder Kuhmilch wurden vom Internationalen Milchwirtschaftsverband (1966) 500 000 Zellen pro Milliliter Milch festgesetzt, bezogen auf das zur normalen Melkzeit gewonnene Anfangsgemelk. Die in der Literatur zahlreich angegebenen Grenzwerte für einwandfreie Milch schwanken zwischen 35 000 und 600 000 Zellen pro Milliliter Milch.

Im Altmelkstadium soll sich unter physiologischen Einflüssen eine Zellzahlerhöhung im Sekret bemerkbar machen (BAIER 1964, SCHULZE-PETZOLD 1960). SEIFF (1932) bezeichnet 3 bis 4 Millionen Zellen gegen Ende der Laktationsperiode als physiologisch. NYIREDY (1939) ermittelte einen Laktationsdurchschnittswert von

50 000 bis 100 000 Zellen/ml, führt aber in der letzten Laktationsphase weitaus höhere Werte auf. GRASSI (1933) kam anhand seiner Untersuchungen zu ähnlichen Ergebnissen; ebenso hält OBIGER (1957) in dieser Zeit mehr als 300 000 Zellen/ml für wahrscheinlich. Dagegen teilen andere Autoren die Auffassung, daß der Zellgehalt im Altmelkstadium ansteige, nicht. So bleibt nach Ansicht GADIENT's (1954) der Gesamtzellgehalt im Laufe einer Laktation konstant. LEIDL (1964) beobachtete nur bei bakteriell besiedelten Viertel einen Anstieg des Zellgehaltes gegen Ende der Laktation. STORK (1963) fand beim letzten Gemelk vor dem Trockenstellen einen Durchschnitt von 230 000 Zellen/ml. HILLMANN (1956) und LEDERER (1912) sehen keinen ursächlichen Zusammenhang zwischen Zellgehalt und Laktation. In der Trockenperiode und in der Kolostralzeit ist der Zellgehalt physiologischerweise stark erhöht, vornehmlich bezüglich der Leukozyten und Kolostralkörperchen. EDELMÜLLER (1952) ermittelte für das Ende der Trockenzeit (Vorkolostrum) einen Durchschnittsgehalt von 3 414 000 Zellen/ml. In dieser Zahl sind 800 000 Kolostralkörperchen inbegriffen. Für das Kolostrum errechnete er einen Gesamtzellgehalt von durchschnittlich 600 000 Zellen/ml. KRIEGER (1961) fand an einem Material von 2318 untersuchten Vierteigemelksproben von 53 Kühen, daß der Gesamtzellgehalt der Kolostralmilch kurz nach der Geburt am höchsten ist. Nach 2,5 Millionen Zellen/ml im Durchschnitt des zweiten Tages nimmt der Zellgehalt nach zwei bis drei Tagen jeweils um die Hälfte ab.

3. Mineralstoffbestandteile der Milch

Außer der großen Anzahl von Spurenelementen enthält die Milch an Mineralien diejenigen anorganischen Stoffe, die der junge Organismus zum Aufbau benötigt. Dabei überwiegen kalk- und phosphorsaure Salze, während Natrium-, Kalium- und Magnesiumsalze in geringerer Menge vorhanden sind. Das Verhältnis, in welchem die Mengen der einzelnen Mineralsalze zueinanderstehen, wechselt innerhalb bestimmter Grenzen. Die Milch gesunder

Kühe hat einen bestimmten Gehalt an Mineralstoffen. Verschiedene Autoren geben folgende Werte in mg% (bezogen auf 100 ml Milch) an:

	Na	K	Ca	Mg	Cl
1929 BISCHOFF	-	-	-	-	70- 90
1940 GARRET OVERMAN	36,0	153,0	130,0	11,0	-
1956 SCHÖNBERG	-	-	-	-	70-115
1957 WAHBY NASR	-	-	-	-	63-134,7
1958 ARCHIBALD	-	-	-	-	60-100
1958 KOLB	50,0	150,0	120,0	-	110
1960 KRIENKE	-	-	-	-	120-130
1961 TEUTE	37,3	167,0	136,5	-	113,5
1962 COMBERG MEYER	40,2	155,0	108,0	11,1	-
1962 OBIGER	-	-	-	-	120,0
1963 KÄSTLI	40,0	155,0	120,0	12,0	-
1964 KISZA SOBINA	39,0	150,5	125,0	14,7	108,0
1966 TAPERNOUX	41,2	149,1	-	-	-
1967 SCHÖNHERR	36,0	153,0	130,0	11,0	70- 90
1966 SASSER WARD	-	152,0	-	-	-
1968 JENNESS PATTON	50,0	150,0	125,0	10,0	-

Der Magnesiumgehalt liegt nach zahlreichen Untersuchungen im Durchschnitt zwischen 10 und 14 mg%. (BLACK und VORIS 1934, VERMA und SOMMER 1957, VANSCHOUBROEK 1959, NICKERSON 1960). Er nimmt zu Beginn der Laktation leicht ab, um dann bis zum

Laktationsende wieder anzusteigen (TRUNZ 1903, VANSCHOUBROEK 1959). Der Kaliumgehalt der Kuhmilch wird mit fortschreitender Laktation geringer (BARRY und ROWLAND 1953, TRUNZ 1903). Ferner ist bekannt, daß bei Mastitiden das Natrium zu- und das Kalium abnimmt (BARRY und ROWLAND 1953, TEUTE 1961). ROOK und WOOD (1959) konnten feststellen, daß der Kaliumgehalt beim Einzeltier recht konstant ist, von Kuh zu Kuh jedoch erhebliche Unterschiede vorkommen. TEUTE (1961) ermittelte, daß sich die normale Mineralstoffzusammensetzung der Milch durch Euterentzündungen ändern kann. Während er für Chlor Normalwerte um 113,5 mg%, für Natrium um 37,3 mg%, für Calcium 136,5 mg% und für Kalium 167,0 mg% angibt, steigen die Chlor- und Natriumwerte bei einer Mastitis an. Sie sollen bei einer akuten Euterentzündung bei 167,5 mg% (Chlor) und 62,4 mg% (Natrium) liegen, bei einer chronischen Mastitis dagegen Werte von 140,9 mg% (Chlor) und 48,9 mg% (Natrium) erreichen. Die Kalium- und Calciumwerte fallen ab. Für Kalium liegen sie bei 140,4 mg% (akute Mastitis) und 151,7 mg% (chronische Mastitis), für Calcium bei 131,9 mg% (akute Mastitis) sowie 129,1 mg% (chronische Mastitis). GUEGUEN und JOURNET (1962) untersuchten während einer Laktation Milch von 10 Kühen auf ihre Mineralstoffzusammensetzung und beobachteten dabei, daß der Kaliumgehalt im Laufe einer Laktation regelmäßig absinkt (Durchschnittswert 162 mg%), während derjenige an Natrium regelmäßig ansteigt (Mittelwert 47 mg%). Der Calciumgehalt sinkt bis zum Ende der Laktation und steigt dann wieder leicht an (im Mittel 127 mg%), während sich der Gehalt an Magnesium in sehr engen Grenzen bewegt (14 mg%). Beide Autoren stellen ebenfalls bei Milchen von euterkranken Kühen einen Natriumanstieg (um 25 %) und einen Kaliumabfall (um 40 %) fest.

COMBERG und MEYER (1962) untersuchten den Natrium-, Kalium-, Calcium- und Magnesiumgehalt bei 14 Kühen der Rasse "Deutsche Schwarzbunte" während einer Laktation. Der durchschnittliche Mineralstoffgehalt stellt das gewogene Mittel der gesamten Laktation dar. Dabei ergaben sich für die einzelnen Mineralien folgende Werte in mg%: Na 40,2 K 173,7 Ca 107,0 und Mg 11,0.

KISZA und KARWOWICZ (1964) weisen darauf hin, daß sich bei euterkranken Kühen die Mineralstoffzusammensetzung der Milch dahingehend ändert, daß der Chlorgehalt um das Zwei- bis Dreifache, der Natriumgehalt um das Fünf- bis Siebenfache anwächst, während sich die Calciummenge um etwa 36 %, die Kaliummenge um 44 % und das Magnesium um etwa 20 % im Verhältnis zum Gehalt des jeweiligen Elementes in normaler Milch verringert. Dabei messen die Autoren den akuten Formen der Mastitis größere Bedeutung zu, während sie die Veränderungen im Gehalt der einzelnen Mineralstoffe bei chronischen Eutererkrankungen weniger bedeutungsvoll finden. Sie sollen jedoch deutlich genug sein, um die Anomalien einer solchen Milch hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung sowie ihrer physiologischen Eigenschaften zu kennzeichnen. Calcium sinkt von 129,0 mg% auf 83,6 mg% ab, Magnesium von 14,7 auf 11,3 mg% und Kalium von 150,5 mg% auf 84,5 mg%, während der Natriumgehalt von 39,0 mg% auf 126,7 mg% und der Chlorgehalt von 108,0 mg% auf 243 mg% ansteigt.

SASSER, WARD und JOHNSON (1966) teilen mit, daß gesunde Kühe den Kaliumgehalt während der Laktation verhältnismäßig konstant halten können. Er liegt im Mittel bei 162 mg%. Es wurde ein leichter Abfall im Laufe einer Laktation sowie bei Euterentzündungen beobachtet. Zwischen den Einzeltieren waren erhebliche Unterschiede feststellbar. Es konnten Schwankungen von 98 bis 202 mg% gemessen werden. Unterschiede im Kaliumgehalt der Milch verschiedener Rinderrassen waren nicht zu erhärten.

TAPERNOUX, MAGAT und BUECHER (1966) bestimmten an acht gesunden Kühen im Alter von zwei bis zehn Jahren über eine Laktationsperiode hinweg im Abstand von vier Wochen den Gehalt der Milch an Natrium und Kalium flammenphotometrisch. Dabei ergab sich, daß normale Milch Kaliumwerte von 97,5 bis 200 mg% aufweisen kann, während sich die Natriumwerte in normaler Milch zwischen 16,9 mg% und 65,7 mg% bewegten. Im Verlaufe einer Laktation scheint nach den Autoren der Natriumgehalt um etwa 10 % zu steigen, der Kaliumgehalt dagegen um 17 % zu sinken. Aus einem gleichzeitig abnorm erhöhten Natriumgehalt und einem

stark abgesunkenen Kaliumgehalt schließen sie auf eine Mastitis. Der Mineralstoffgehalt der Kolostralmilch hat bisher wenig Beachtung gefunden. Die vorliegenden Ergebnisse stammen entweder nur von wenigen Kühen (2 bis 3 Tiere) TRUNZ (1903), ENGEL und SCHLAG (1925), GARRET und OVERMAN (1940), KIRCHGESSNER (1957), oder es wurden nur einzelne Mineralien über einen kurzen Zeitabschnitt der Kolostralmilchperiode erfaßt (ELLENBERGER 1950). Über ausführliche Untersuchungen der Mineralstoffgehalte während des Kolostrums berichten COMBERG und MEYER (1963).

In der Kolostralmilch findet sich eine wesentlich andere Mineralstoffzusammensetzung als in reifer Milch. Der Calcium-, Chlor-, vor allem aber der Magnesium- und Natriumgehalt ist weitaus höher als in der Normalmilch, während der Kaliumgehalt keine großen Veränderungen gegenüber der reifen Milch zeigt.

III. Eigene Untersuchungen

a) Methodik

Die Anwendbarkeit des Verfahrens hängt von den methodischen Grundlagen sowie der Empfindlichkeit und Zuverlässigkeit der benutzten Apparatur ab. Apparatur und Methodik sind eng miteinander verknüpft und lassen sich somit nicht getrennt darstellen.

1. Natrium-, Kalium- und Calciumbestimmungen

Für Natrium, Kalium und Calcium eignet sich das Flammenphotometer PF5 der Firma Carl Zeiß in Oberkochen. Das Wirkungsprinzip läßt sich wie folgt darstellen: Preßluft wird mit Hilfe eines Bourdonrohr-Manometers auf $1,0 \text{ Kp/cm}^2$ eingestellt und gelangt durch einen Druckregler in den Zerstäuber. Durch die Saugwirkung des Preßluftstrahles wird Analysenflüssigkeit aus einem Probenbehälter durch eine Kapillare angesaugt. Für eine feine Vernebelung sorgt der wirksame Vorkammerzerstäuber mit Wendeleinsatz, welcher die feinen Tröpfchen aussondert. Über eine Gaszumischdüse wird Acetylen auf 100 mm Wassersäule (WS) eingeregelt, mit der zerstäubten Analysenflüssigkeit gemischt und gelangt über ein Brennerrohr in die Flamme. Die Flammenintensität wird durch ein optisch-elektrisches System meßbar. Durch Zusatz eines geeigneten Netzmittels, das die Oberflächenspannung vermindert, erhält man einen gleichmäßig feinen Nebel, und Fehler im Analysenergebnis werden somit herabgesetzt.

Bei der flammenphotometrischen Analyse kann es einmal durch die sogenannte Blindwertstörung, zum andern durch die Emissionsbeeinflussung durch Lösungspartner zu einer Reihe von Fehlern kommen. Um diese beiden Störungen weitgehend auszuschalten, verwendet man zur Einstellung des Nullpunktes besondere Blindlösungen, die jeweils der Analysenverdünnung angepaßt sind, aber das zu bestimmende Element nicht enthalten sollen.

Zur Einstellung der Empfindlichkeit des Gerätes benutzt man eine Eichlösung, welche die durchschnittliche Konzentration der betreffenden Analysensubstanz an Natrium, Kalium und Calcium enthält.

Um die Analyse von Natrium, Kalium und Calcium in einen flammenphotometrisch günstigen Konzentrationsbereich zu legen, müssen Eichlösung, Blindlösung und Analysensubstanz gleichermaßen verdünnt werden.

Bei Benutzung einer Skala, eingeteilt in mg/100 ml braucht man keine Eichkurven aufzustellen. Für Natrium, Kalium und Calcium wird eine Haupteichlösung gebraucht, die zur Einstellung der Empfindlichkeitskontrolle des Gerätes dient. Für die Bestimmung von Kalium und Calcium ist eine Blindlösung zur Einstellung des Nullpunktes notwendig. Mit Hilfe einer Verdünnungslösung werden Eich- und Blindlösung sowie Analysensubstanz im gleichen Maße verdünnt. Diese dient zugleich als Blindlösung bei der Natriumbestimmung, da die Natrium-Emission durch Kalium nicht merklich gestört wird.

2. Magnesiumbestimmung

Magnesium wurde mit dem Flammenspektralphotometer der Firma Carl Zeiß in Oberkochen bestimmt. Es besteht aus dem Flammenzusatz FA2, dem Monochromator M4QIII, dem Empfängergehäuse mit zwei lichtelektrischen Empfängern für Messungen im Sichtbaren und Ultraviolett sowie im Infrarot und dem Anzeigegerät.

Meßprinzip:

Um ein Element sowohl qualitativ als auch quantitativ bestimmen zu können, muß eine Strahlungsquelle vorhanden sein, die mindestens eine Emissionslinie mit der Frequenz einer Absorptionslinie des zu bestimmenden Elementes besitzt. In einer Hohlkathodenlampe (HKL) wird das Emissionsspektrum eines Elementes durch elektrische Anregung seiner Atome erzeugt.

Die von der HKL ausgehende Strahlung wird von einer Schwingblende mit Netzfrequenz moduliert und durchsetzt dreimal die Flamme, bevor sie über den Monochromator auf den lichtelektrischen Empfänger trifft, der ihre Intensität in ein elektrisches Signal umwandelt, dessen Größe als Maß für die Strahlungsintensität am Anzeigegerät abgelesen werden kann.

Zur quantitativen Bestimmung eines Elementes mißt man die Extinktion der Flamme, die dieses Element enthält, im Vergleich zur Extinktion der reinen Flamme, die man auf $E = 0$ festlegt. Aus der Extinktion der Flamme kann dann die Konzentration der Probe ermittelt werden. Um eine Eichkurve aufzunehmen (siehe Abbildung), stellt man mehrere Eichlösungen mit verschiedenen Konzentrationen her, die den Bereich der möglichen Konzentration der Probe enthalten. Zu diesem Zweck werden die Konzentrationen auf der Abszisse und der Quotient aus der Extinktion der Analysensubstanz und der Extinktion der Eichlösung auf der Ordinate eingetragen. Ermittelt man zum Beispiel einen Quotienten von 1,0, so läßt sich die dazugehörige Konzentration mit 12,5 mg% auf der Abszisse ablesen.

Durchführung der Messungen:

Als Gas dient Acetylen (Druck 0,4 Kp/cm²), Preßluft 1,0 Kp/cm², Spaltbreite 0,02 mm. Der Monochromator wurde auf die Wellenlänge der Hohlkathodenlampe (Mg) 285,21 eingestellt. Als Brenner diente ein Indirektzerstäuber.

3. Chlorbestimmung

Die Chlorbestimmung wurde nach den Ausführungen BAFI-YEBOAS (1968) mit einem Spektralphotometer der Firma Carl Zeiß, Oberkochen durchgeführt (Monochromator) M4QIII, Anzeigegerät PMQII, Flammzusatz FA1, Direktzerstäuberbrenner).

4. Probenvorbereitung

Natrium, Kalium, Calcium und Magnesium werden im Verhältnis 1:101 verdünnt; dazu werden 200 u Milch mit Hilfe einer Marburgpipette (Hersteller: Eppendorfgerätebau Hamburg) in ein Reagenzglas pipettiert. Mit einer normalen Vollpipette werden nun 20 ml einer Verdünnungslösung (Verdünnungslösung nach HERRMANN) hinzugefügt. Diese Lösung ist für die flammenphotometrische Untersuchung gebrauchsfertig. Die Anwesenheit von Fetten in der Milch bleibt ohne störenden Einfluß auf die Ergebnisse.

5. Reagenzien

- a.) Haupteichlösung für Natrium, Kalium, Calcium
- b.) Eichlösung für Magnesium
- c.) Blindlösungen für Natrium, Kalium, Calcium und Magnesium

Die Reproduzierbarkeit und damit Zuverlässigkeit der Methoden zur Bestimmung von Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium und Chlor wurde an 20 Milchproben geprüft, wobei sich für die einzelnen Mineralien folgende mittlere Fehler der Mittelwerte ergaben:

Na	±	1,37	(3,42 %)
K	±	2,28	(1,53 %)
Ca	±	1,90	(1,61 %)
Mg	±	0,55	(0,58 %)
Cl	±	1,78	(2,40 %)

Abweichungen an derselben Milchprobe lassen sich nicht vermeiden, infolge der unregelmäßigen Mineralstoffverteilung in der Milch, möglicherweise vorhandener Meßfehler des Gerätes und Fehler in der Probenvorbereitung. Dreifaches Ansetzen jeder Probe schließt diese eben genannten Fehlermöglichkeiten weitgehend aus und ist unbedingt erforderlich.

Mit Hilfe der geschilderten Methoden, Reagenzien und Geräte

wurde der Natrium-, Kalium-, Calcium-, Magnesium- und Chlorgehalt in makroskopisch unveränderter Milch, mastitisverdächtigen Gemelken, Kolostralmilch und Milch von Kühen in der Trockenperiode untersucht (Einzel- und Viertelmilchproben). Außerdem wurden die Einflüsse der Aufbewahrung der Milch auf den Gehalt der oben angegebenen Mineralien geprüft.

b) Untersuchungsergebnisse

1. Mineralstoffwerte in makroskopisch unveränderter Milch
(Einzel- und Viertelgemelke)

Die Milch wurde auf den Mineralstoffgehalt von Natrium, Kalium, Magnesium, Calcium und Chlor flammenphotometrisch untersucht. Ferner erfolgte die zytologische Beurteilung durch die Bewertung des Sedimentausstrichs sowie mit Hilfe der AMP (Aulendorfer Mastitisprobe). Für die bakteriologische Untersuchung wurde der Direktausstrich der gut durchgemischten Milch auf Blutplatten herangezogen.

Zur Zellgehaltsbestimmung wird nach Zentrifugieren von 10 ml Milch mit einer normierten Ose (Fassungsvermögen 0,01 ml) Bodensatz entnommen und dieser in einem Tropfen physiologischer Kochsalzlösung auf einem Objektträger gleichmäßig auf einer ovalen Fläche von 2 cm² verteilt.

Nach Lufttrocknen wird der Ausstrich 5 Minuten in Methylalkohol fixiert, 30 Minuten in einer frisch angesetzten Giemsa-lösung gefärbt, mit Aqua dest. abgespült, luftgetrocknet und mikroskopiert. Es werden 10 bis 20 Gesichtsfelder (Objektiv 100, Okular 8x) betrachtet, die Leukozyten gezählt und andere vorhandene Zellen differenziert. Die Beurteilung wird nach folgendem Schema vorgenommen:

bis 5 Zellen/Gesichtsfeld	bis	125 000 Z/ml
6-15 "	125 000 - 375 000 Z/ml	
16-25 "	375 000 - 625 000 Z/ml	
25 "	625 000 Z/ml	

Das Prinzip der Aulendorfer Mastitisprobe wird bei HÖRICH (1968) wie folgt beschrieben:

Ein graduiertes Reagenzglas (1-8, Zwischenunterteilung jeweils 0,5) von 100 mm Länge und 8 mm Innendurchmesser wird mit 2 ml der zu untersuchenden Milch beschickt. Dann wird die Probe im Wasserbad für 5 Minuten bei 60°C inkubiert. Unmittelbar darauf werden 2 ml des Dodecyl-Harnstoffreagens nach CHRIST zugegeben. Nach vorsichtigem Durchmischen bleibt das Milch-Reagenz-Gemisch bei Zimmertemperatur 3 bis 4 1/2 Stunden stehen. Bei negativ reagierenden Proben setzt sich ein Fettpfropf ab, bei positiv reagierenden Proben außerdem eine der Stärke der Reaktion entsprechend hohe Gelsäule. Es wird festgestellt, zwischen welchen Markierungen die Gelsäule endet. Als Wert wird der der nächst niederen Markierung angegeben.

Die Ergebnisse der AMP werden wie folgt eingeteilt (HÖRICH 1968):

<0,5 =	absolut negativ	(0-125 000 Z/ml)
0,5 = 0,9	noch negativ	(125 000 - 375 000 Z/ml)
1,0 - 2,9	schwach positiv	(375 000 - 625 000 Z/ml)
3,0 - 5,9	positiv	(375 000 - 625 000 Z/ml)
	mit vereinzelt	Zellanhäufungen über 625 000/ml)
6,0 - 8,0	stark positiv	(> 625 000 Z/ml)

In den nachfolgenden Tabellen werden folgende Abkürzungen benutzt:

Z	= Zellgehalt
Znv	= Zellen nicht vermehrt (5 Zellen/G.feld)
Zlv	= Zellen leicht vermehrt (5-15 ")
VZ	= Vermehrter Zellgehalt (16-25 ")
E	= >25 Zellen/Gesichtsfeld
Eos	= Eosinophile Leukozyten

P	=	Phagozytose
E	=	Epithelzellen
B	=	Bakterien
S	=	Staphylokokken
Str	=	Streptokokken
M	=	Mikrokokken
AMP	=	Aulendorfer Mastitisprobe
BU	=	Bakteriologische Untersuchung
KW	=	Kein Wachstum
<u>+</u>	=	< 5 Kolonien in 0,01 ml Milch
+	=	5-10 Kolonien "
++	=	10-20 Kolonien "
+++	=	20-40 Kolonien "
++++	=	Bakterienrasen

Bezeichnung der Euterviertel:

VR	=	Vorne rechts
HR	=	Hinten rechts
VL	=	Vorne links
HL	=	Hinten links
Eu	=	Euterviertel

Tabelle I zeigt eine Übersicht der Mineralstoffgehalte an Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium und Chlor in mg%, gewonnen aus Einzelmilchproben acht verschiedener Kühe im 2.-6. Laktationsmonat, die dem Zellgehalt, der AMP sowie dem bakteriologischen Befund gegenübergestellt worden sind.

Tabelle I

Kuh	Na	K	Ca	Mg	Cl	Z	AMP	BU
1	60,0	145,2	100,3	10,37	98,2	Znv	0,5	±
2	31,2	157,7	124,6	9,74	106,3	Znv	0,0	KW
3	46,2	132,5	121,2	12,50	118,1	Znv	0,5	KW
4	38,2	150,5	111,4	9,62	104,6	Znv	0,0	KW
5	34,7	147,1	100,7	9,00	111,3	Znv	0,0	KW
6	41,5	155,9	117,1	9,50	95,3	Zlv	1,0	+
7	41,5	145,6	118,8	11,30	102,7	Zlv	0,5	±
8	42,3	161,4	122,5	10,20	120,3	Zlv	0,5	+
$\bar{x}$	41,9	149,5	114,6	10,28	107,2			
s	± 8,71	± 9,10	± 6,08	± 2,99	± 8,60			
VK	0,21	0,06	0,05	0,29	0,05			

$\bar{x}$ = Mittelwert

s = Standardabweichung

VK = Variationskoeffizient

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß der Mineralstoffgehalt verschiedener Kühe schwankt. Der Natriumgehalt bewegt sich zwischen 31,2 und 60 mg% (im Mittel 41,9 mg%), während Kalium Werte zwischen 132 und 161 mg% (Mittelwert 149,5), Calcium zwischen 100 und 124 mg% (Mittelwert 114,6 mg%), Magnesium zwischen 9 und 12,5 mg% (Mittelwert 10,28 mg%) sowie Chlor zwischen 78 und 120 mg% aufweisen (Mittelwert 107,2 mg%).

Tabelle II zeigt einen Vergleich zwischen zytologischen und bakteriologischen Untersuchungen an Viertelgemelken von klinisch gesunden Kühen und den flammenphotometrisch ermittelten Mineralstoffwerten.

Tabelle II

Kuh	Eu	Na	K	Ca	Mg	Cl	Z	AMP	BU
1	VR	40,0	168,1	114,8	9,7	110,2	Znv	0,5	KW
	HR	40,0	168,3	111,9	10,2	112,3	Znv	0,5	±
	VL	36,2	166,2	115,4	10,5	111,1	Znv	0,5	KW
	HL	37,5	164,5	116,1	11,0	113,9	Znv	0,5	KW
2	VR	38,7	148,6	121,2	10,2	98,2	Znv	0,5	±
	HR	38,7	150,2	124,1	9,3	96,7	Znv	1,0	+
	VL	37,4	152,3	119,8	9,9	100,1	Znv	0,5	KW
	HL	36,2	153,0	122,4	11,1	99,0	Znv	0,5	KW
3	VR	32,5	160,5	118,7	8,5	104,2	Znv	0,5	±
	HR	31,5	165,2	116,9	9,2	106,1	Znv	0,0	KW
	VL	36,2	163,0	116,0	9,4	106,4	Znv	1,5	KW
	HL	33,8	163,7	119,2	10,0	103,8	Znv	0,0	KW
4	VR	31,5	160,4	103,9	10,4	90,9	Znv	0,5	±
	HR	35,0	158,5	104,6	10,9	92,3	Znv	0,5	±
	VL	32,5	163,1	100,7	9,3	91,1	Znv	0,5	KW
	HL	31,5	160,9	104,2	10,8	92,4	Znv	0,5	+
5	VR	34,7	166,0	116,4	11,3	118,9	Znv	0,5	KW
	HR	36,2	163,7	119,2	12,0	116,5	Znv	1,0	+
	VL	35,7	168,3	115,8	12,9	120,1	Znv	1,0	KW
	HL	38,0	162,6	117,3	11,4	117,9	Znv	0,5	KW
6	VR	41,2	153,5	114,6	9,4	88,7	Znv	0,5	KW
	HR	41,2	152,7	117,2	9,4	84,9	Znv	0,5	KW
	VL	43,2	158,1	116,4	10,1	88,3	Znv	0,0	±
	HL	42,0	154,6	117,3	10,4	90,4	Znv	0,0	KW
7	VR	57,4	144,8	94,9	9,1	100,2	Znv	0,0	KW
	HR	57,9	145,5	97,3	11,0	98,8	Znv	0,0	KW
	VL	60,0	144,2	100,3	10,4	103,4	Znv	0,5	+
	HL	58,2	151,0	98,8	9,9	99,7	Znv	1,0	+

Vergleicht man die einzelnen Euterviertel der verschiedenen Kühe, so erkennt man, daß sich die Mineralstoffwerte in engen Grenzen bewegen. Die Feststellung DIERNHOFERS (1950), die Chlorwerte aller Viertel eines klinisch gesunden, bakterienfreien Euters seien nahezu gleich, trifft auch für die im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Mineralien zu. Der Zellgehalt der untersuchten Proben ist nicht erhöht, Bakterienwachstum ist nicht vorhanden oder sehr gering.

Von 744 Viertelgemelksproben, deren Zytologie auf Milch gesunder Euter schließen ließ, zeigten 632 (85 %) Proben bei der flammenphotometrischen Analyse Normalwerte für Natrium (Mittelwert 40,2 mg%), Kalium (152,1 mg%), Calcium (119,3 mg%), Magnesium (10,3 mg%) und Chlor (98,6 mg%). In Tabelle III sind die Korrelationen zwischen den einzelnen Mineralien wiedergegeben. Im allgemeinen liegen die Korrelationswerte sehr niedrig. Gesicherte Beziehungen bestehen zwischen Na:K, Na:Mg, Na:Cl, K:Cl, Ca:Mg und Cl:Mg.

Tabelle III

Na:K -0,44***	K :Mg + 0,05
Na:Ca +0,01	K :Cl - 0,27***
Na:Mg +0,11*	Ca:Mg + 0,34***
Na:Cl +0,21***	Ca:Cl + 0,07
K :Ca -0,03	Mg:Cl + 0,66***

n = 300 (Anzahl der Proben) P = Signifikanzniveau

***P < 0,1 %

**P < 1,0 %

*P < 5,0 %

2. Vergleichender Mineralstoffgehalt in den einzelnen Euter-
vierteln von Kühen mit Verdacht auf Euterentzündung

Flammenphotometrisch untersucht wurden 1116 Viertelgemelksproben, die aufgrund der Zytologie sowie Bakteriologie eine Mastitis vermuten ließen. Von diesen Proben zeigten 893 (80 %) eine markante Abweichung von den Mineralstoffnormalwerten. In der folgenden Tabelle IV sind die flammenphotometrischen Untersuchungsergebnisse von Viertelmilchproben mastitisverdächtiger Kühe in mg% neben der Zytologie und Bakteriologie wiedergegeben.

Tabelle IV

Kuh	Eu	Na	K	Ca	Mg	Cl	Z	AMP	BU
1	VR	38,7	168,1	121,8	10,37	88,7	Znv	2,0	±
	HR	37,5	164,3	119,6	11,12	86,9	Znv	1,0	+
	VL	155,0	72,6	50,4	7,10	150,8	VZ	7,5	+++
	HL	37,5	156,7	120,3	11,37	90,1	Zlv	3,0	+
	$\bar{x}$	67,2	140,4	103,0	9,99	104,1			
2	VR	68,0	117,8	131,2	10,25	102,4	Zlv/Epi	3,0	+
	HR	225,1	73,9	58,5	6,25	142,8	VZ	8,0	+++
	VL	94,4	102,7	118,2	7,87	119,4	Zlv	5,0	++
	HL	58,7	117,3	130,4	10,42	104,6	Znv	2,0	+
	$\bar{x}$	111,5	102,7	109,6	8,69	117,3			
3	VR	31,2	159,4	113,7	13,25	108,2	Znv	1,0	KW
	HR	37,5	156,9	111,8	11,87	106,6	Zlv	2,0	±
	VL	32,5	155,5	108,8	11,37	111,1	Znv	0,0	±
	HL	132,5	57,9	51,5	7,87	142,9	VZ	6,0	++++
	$\bar{x}$	58,4	132,4	96,4	10,84	117,2			
4	VR	80,0	107,4	118,2	8,12	132,6	VZ/B1	5,0	++
	HR	184,3	64,7	76,5	6,87	158,9	VZ	7,0	++++
	VL	73,7	104,6	114,0	9,25	142,7	VZ	6,5	+++
	HL	180,6	62,5	88,2	6,12	163,7	VZ	8,0	++++
	$\bar{x}$	129,6	84,8	99,2	7,59	149,5			

Bei den angeführten Beispielen handelt es sich um Kühe mit akuten Mastitiden.

Beim ersten Tier bewegen sich die Werte der einzelnen Mineralstoffe in engen Grenzen, während das Viertel vorne links einen markanten Unterschied zu den anderen Vierteln bei allen Mineralien aufweist. Die deutliche Abweichung von den Normalwerten weist eindeutig auf pathologische Veränderungen in diesem Viertel hin. Die Bestätigung erfolgt durch die Zellgehaltsbestimmung, die AMP und den bakteriologischen Befund. Ähnliche Verhältnisse finden sich bei den drei anderen Tieren. Beispiel 3 macht die Notwendigkeit der Untersuchung von Viertelgemelken deutlich. Die Mittelwerte aller fünf Mineralstoffe liegen bei dieser Kuh alle noch im Normalbereich und die Milch würde bei einer Einzelprobe nicht als mastitisverdächtig ertastet werden. Bei einer Viertelgemelksanalyse dagegen fällt auf, daß sich die Mineralstoffwerte HL von den anderen Vierteln unterscheiden, und zwar weichen alle Mineralstoffe erheblich von ihrer Norm ab. Auch bestätigt die Zytologie, AMP sowie die Bakteriologie die pathologische Veränderung.

Bei chronischen Eutererkrankungen verändern sich die einzelnen Mineralstoffgehalte weniger stark, jedoch deutlich genug, um die Anomalie einer solchen Milch hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung zu kennzeichnen. Ähnliche Tendenzen stellten BARRY und ROWLAND (1953), TEUTE (1961), KISZA und KARWOWICZ (1964) fest.

Aus der Analyse der Milch mastitisverdächtigter Kühe ergab sich, daß der Natriumgehalt um das Fünffache seines Normalgehaltes ansteigen kann. Ebenfalls kann man bei Chlor einen Anstieg um etwa 60 % des Normalwertes beobachten. Dagegen sinken die Mineralstoffwerte von Kalium und Calcium um ca. 50 %, während sich die Magnesiumwerte um 35 % vermindern, was aus der nachfolgenden Tabelle V zu ersehen ist.

Tabelle V
(Mineralstoffwerte in mg%)

	Na	K	Ca	Mg	Cl
Normalwert $\bar{x}$	40,2	149,5	118,9	10,28	107,2
Akute Mast. $\bar{x}$	162,4	71,6	54,8	6,25	172,4
Chron.Mast. $\bar{x}$	85,7	111,9	98,6	7,37	143,8

Der Natrium- und Chloranstieg bei Milch von Kühen mit einer Euterentzündung, sowie das Absinken der Werte von Kalium, Calcium und Magnesium spiegelt sich auch in den korrelativen Bindungen zwischen den einzelnen Mineralien wider. Zwischen Kalium, Calcium und Magnesium bestehen positive Beziehungen, während Natrium und Chlor mit den übrigen Mineralstoffen negativ korrelieren. Natrium und Chlor haben positive Beziehungen. Der Korrelationskoeffizient zwischen Natrium und Kalium ist mit -0,78 recht hoch. Weniger hohe Beziehungen bestehen zwischen Natrium und Calcium (-0,49) und Natrium und Magnesium (-0,10). Auch zwischen Chlor und Kalium bestehen hohe negative Beziehungen (-0,61); der Korrelationskoeffizient zwischen Chlor und Calcium beträgt -0,26, während Chlor zu Magnesium eine niedere Bindung aufweist (-0,19). Die positiven Bindungen unter den Mineralien sind zwischen Natrium und Chlor mit +0,84 am höchsten. Es folgen die Beziehungen zwischen Kalium und Calcium (+0,61), Kalium und Magnesium (+0,32) sowie Calcium und Magnesium (+0,31). Die korrelativen Bindungen zwischen den einzelnen Mineralien weisen abgesehen von der Korrelation Natrium:Magnesium hohe statistische Sicherheiten auf.

Tabelle VI zeigt die Korrelationen zwischen den einzelnen Mineralien mastitisverdächtiger Kühe.

Tabelle VI

Na : K - 0,78***	K : Mg + 0,32***
Na : Ca - 0,49***	K : Cl - 0,69***
Na : Mg - 0,10	Ca : Mg + 0,31***
Na : Cl + 0,84***	Ca : Cl - 0,26***
K : Ca + 0,61***	Mg : Cl - 0,19***

n = 200

*** $P < 0,1 \%$

** $P < 1,0 \%$

* $P < 5,0 \%$

Der ermittelte Signifikanztest (F-Test) für die Unterschiede zwischen den Meßwerten mastitisverdächtiger Kühe und klinisch gesunder Kühe ergab, daß sich beide Meßreihen statistisch signifikant unterscheiden ($P = 0,05$), das heißt, mit einer statistischen Sicherheit von 95 % ist der Unterschied nicht zufällig.

3. Der Mineralstoffgehalt während des Kolostrums

In der Kolostralperiode findet sich eine wesentlich andere Mineralstoffzusammensetzung als in reifer Milch. Der Calciumgehalt, vor allem aber der Magnesium-, Natrium- und Chlorgehalt ist weitaus höher als in der Normalmilch, während der Kaliumgehalt keine großen Veränderungen gegenüber der reifen Milch zeigt.

Untersucht wurden Viertelgemelksproben von insgesamt 60 Kühen verschiedenen Alters und verschiedener Rasse am ersten, dritten und zehnten Tage post partum. Sämtliche Proben wurden bakteriologisch kontrolliert. Bakteriumwachstum wurde nicht oder nur in sehr geringem Umfang festgestellt. Die Mineralstoffgehalte der einzelnen Kühe schwankten mehr oder weniger. Die sich ergebenden Durchschnittswerte sind in der folgenden Tabelle VII zusammengefaßt.

Tabelle VII

Tage post partum	Na	K	Ca	Mg	Cl
1	74,5	167,3	180,3	37,7	171,9
3	58,3	184,6	130,3	17,8	150,2
10	44,4	164,7	118,6	10,7	95,5

Die Calcium- und Magnesiumwerte nahmen zunächst rasch ab und verringerten sich dann nur noch langsam. Die Chlor- und Natriumgehalte ließen dagegen eine wesentlich langsamere Abnahme erkennen. Die Kaliumwerte stiegen in den ersten Laktationstagen an und erreichten am dritten Tage nach dem Kalben die durchschnittliche Höhe von 184 mg%. Ab dem zehnten Tage post partum nehmen die Mineralstoffe Werte an, wie sie in reifer Milch vorkommen.

Korrelationen zwischen den einzelnen Mineralstoffen während des Kolostrums

Zwischen den Mineralien der Milch in der Kolostralphase bestehen zu Beginn sehr hohe Beziehungen. Die Richtung der korrelativen Bindungen zwischen den Mineralien ist in der Kolostralmilch ähnlich wie in der reifen Milch. Zwischen Calcium und Magnesium, Calcium und Kalium, Magnesium und Natrium, Chlor und Calcium sowie Chlor und Magnesium bestehen positive Beziehungen, während Calcium mit Natrium, Kalium mit Magnesium, Natrium und Chlor sowie Natrium mit Chlor negativ korrelieren. In den folgenden Tagen nach der Geburt verringern sich die korrelativen Bindungen zwischen den einzelnen Mineralien. Sie erreichen Größenordnungen, wie sie bei reifer Milch bekannt sind. Die abnehmenden korrelativen Bindungen sind als Folge der unterschiedlichen Veränderungen der Mineralien im Verlaufe der Kolostralmilchperiode und den geringer werdenden Differenzen zwischen den Kühen anzusehen.

Die Korrelationen zwischen den einzelnen Mineralstoffen am ersten, dritten und zehnten Tage post partum sind in der Tabelle VIII zusammengefaßt.

Tabelle VIII

<u>Korrelation</u>	<u>1.Tag</u>	<u>3.Tag</u>	<u>10.Tag</u>
Na : K	- 0,60***	- 0,51***	- 0,44***
Na : Ca	- 0,32**	0,08	+ 0,01
Na : Mg	+ 0,33**	+ 0,20	+ 0,12
Na : Cl	- 0,30*	- 0,07	+ 0,21
K : Ca	+ 0,57***	+ 0,17	+ 0,03
K : Mg	+ 0,41***	+ 0,23	+ 0,08
K : Cl	- 0,34**	- 0,26*	- 0,21
Ca : Mg	+ 0,81***	+ 0,61***	+ 0,48***
Ca : Cl	+ 0,39**	+ 0,13	+ 0,10
Mg : Cl	+ 0,38**	+ 0,18	+ 0,11

*** $P < 0,1 \%$ n = 60

** $P < 1,0 \%$

* $P < 5,0 \%$

4. Mineralstoffgehalt während der Trockenperiode

Die flammenphotometrische Milchanalyse während der Trockenperiode wurde bei zehn Kühen durchgeführt, die zur Geburtsüberwachung in die Ambulatorische und Geburtshilfliche Veterinärklinik Gießen eingewiesen wurden. Die Zeitpunkte der Milchprobenentnahme lagen zwischen einer bis vier Wochen vor dem Kalben. Eine bakteriologische Milchkontrolle aller Kühe ergab kein oder nur sehr schwaches Bakterienwachstum, so daß eine Mastitis ausgeschlossen werden konnte. Für die 10 Einzelmilchproben wurden folgende Durchschnittswerte ermittelt, die in Tabelle IX in mg% angegeben sind.

Tabelle IX

Na	K	Ca	Mg	Cl
69,6	161,2	158,3	25,7	170,3

Aus der Tabelle geht hervor, daß die Mineralstoffwerte während der Trockenperiode erhöht sind. Da sie mehr oder weniger großen Schwankungen unterliegen, kann für die Diagnose von Euterkrankungen nur das Verhältnis zwischen den einzelnen Vierteln herangezogen werden.

5. Einfluß der Aufbewahrung auf den Mineralstoffgehalt der Milch

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde auch geprüft, ob sich die einzelnen Mineralstoffgehalte der Milch durch äußere Einwirkungen beeinflussen lassen. Dazu wurden Einzelmilchproben einer eutergesunden Kuh in vier Proben aufgeteilt. Die erste Probe wurde unter günstigen Bedingungen bei $+4^{\circ}\text{C}$ im Kühlschrank aufbewahrt, die zweite bei Zimmertemperatur bis zum Sauerwerden stehengelassen. Die dritte Probe wurde so lange bei Zimmertemperatur aufbewahrt, bis die sauer gewordene Milch in Fäulnis übergegangen war, während die vierte Probe drei Tage bei -22°C tiefgekühlt wurde. Alle Probenreihen wurden an drei aufeinanderfolgenden Tagen überprüft; die Ergebnisse in mg% zeigen die folgenden Tabellen:

Tabelle Xa

Mineralstoffgehalte der unveränderten Milch
(aufbewahrt bei +4°C)

	Na	K	Ca	Mg	Cl
1. Tag	41,2	150,0	114,4	10,37	110,6
2. Tag	39,5	153,2	114,9	9,99	112,8
3. Tag	40,5	148,9	117,1	11,20	109,9

Tabelle Xb

Mineralstoffgehalte der sauren Milch

	Na	K	Ca	Mg	Cl
1. Tag	39,8	149,9	114,7	10,50	110,3
2. Tag	36,9	152,4	115,2	11,37	111,2
3. Tag	40,1	152,1	118,0	11,87	111,6

Tabelle Xc

Mineralstoffgehalte der verdorbenen Milch

	Na	K	Ca	Mg	Cl
1. Tag	40,1	150,8	113,9	9,87	112,3
2. Tag	38,8	152,1	115,0	10,00	110,9
3. Tag	39,6	150,4	114,2	10,87	111,3

Tabelle Xd

Mineralstoffgehalte der tiefgefrorenen Milch

	Na	K	Ca	Mg	Cl
1. Tag	40,2	150,8	114,2	10,37	110,6
2. Tag	39,7	151,3	114,8	10,12	110,1
3. Tag	40,8	151,7	115,1	11,00	111,0

Aus den Ergebnissen der durchgeführten Milchanalysen ist ersichtlich, daß sich die Mineralstoffgehalte der Milch durch äußere Einflüsse nicht ändern, was für ein längeres Aufbewahren der Proben zu analytischen Zwecken von Bedeutung sein kann.

V. Diskussion

Die Untersuchungen, die im Hinblick auf ihre Verwendungsmöglichkeiten im Rahmen des Eutergesundheitsdienstes durchgeführt wurden, haben gezeigt, daß die flammenphotometrische Anwendung zur Bestimmung des Mineralstoffgehaltes in der Milch für die Mastitisdiagnose herangezogen werden kann. Für die exakte Diagnose einer Euterentzündung werden die mikroskopische Zellgehaltsbestimmung, die Aulendorfer Mastitisprobe, die elektronische Partikelzählung sowie die bakteriologische Untersuchung angewendet.

Da bei der flammenphotometrischen Analyse zum Teil erhebliche Unterschiede der Werte zwischen den einzelnen Kühen im Mineralstoffgehalt auftraten, kann man den Begriff "Normalwerte" nur dann vertreten, wenn man jeweils alle Euterviiertel vergleichend auswertet. Weicht ein Viertel im Mineralstoffgehalt erheblich von den anderen ab, so liegt der Verdacht auf Mastitis nahe, da aus den Untersuchungsergebnissen unter anderem hervorgeht, daß die Milch aller gesunden und bakterienfreien Euterviiertel einer Kuh nahezu denselben Mineralstoffgehalt hat (Tabelle II). Dieses abweichende Ergebnis kann durchaus noch im sogenannten "Normalbereich" liegen, beispielsweise bei Mineralien mit einer großen Spannweite (Chlor 64 bis 131,4). Liegen die Chlorwerte dreier Euterviiertel zum Beispiel bei 70 mg%, der Chlorwert des vierten jedoch bei 120 mg%, so läge letzterer noch in "Normalbereich", obwohl er sich erheblich von den drei anderen unterscheidet und demzufolge eine Mastitis vermuten ließe. Bei einer Einzelmilchprobe würde dieses Viertel nicht

als mastitisverdächtig erfaßt werden, weil der zu ermittelnde Chlorgehalt mit Sicherheit einen "normalen Wert" hätte. Um auch Grenzfälle zu erfassen, dürfen die oberen Grenzen für "normale" Mineralstoffgehalte nicht zu hoch angesetzt werden.

Milch hat in der Trockenperiode und im Kolostrum immer einen erhöhten Mineralstoffgehalt, so daß man nur nach Untersuchungen von Viertelgemelksproben ein objektives Ergebnis erhält.

Die Untersuchung über den Einfluß der Aufbewahrung von Milchproben über einen längeren Zeitraum unter verschiedenen Bedingungen ergab, daß nicht nur der Chlorgehalt konstant bleibt (BAFI-YEHOA), sondern auch die anderen untersuchten Mineralien. In diesem Punkt ist die flammenphotometrische Mineralstoffbestimmung jenen Methoden zur Mastitisdiagnose überlegen, die einwandfreie *f r i s c h e* Milchproben voraussetzen, um zu verbindlichen Aussagen zu kommen.

Durch Vergleich zwischen Mineralstoffgehaltsbestimmung, mikroskopischer Zellgehaltsuntersuchung, AMP sowie bakteriologischen Untersuchungen an Viertelmilchproben konnte festgestellt werden, daß durch die flammenphotometrische Mineralstoffbestimmung etwa 80 % der pathologisch veränderten Milchproben ermittelt werden. Dieses Verfahren kann durch weitgehende Automatisierung als weitere Methode neben den bisher üblichen zur routinemäßigen Ermittlung von Eutersekretionsstörungen herangezogen werden.

VI. Zusammenfassung der Ergebnisse

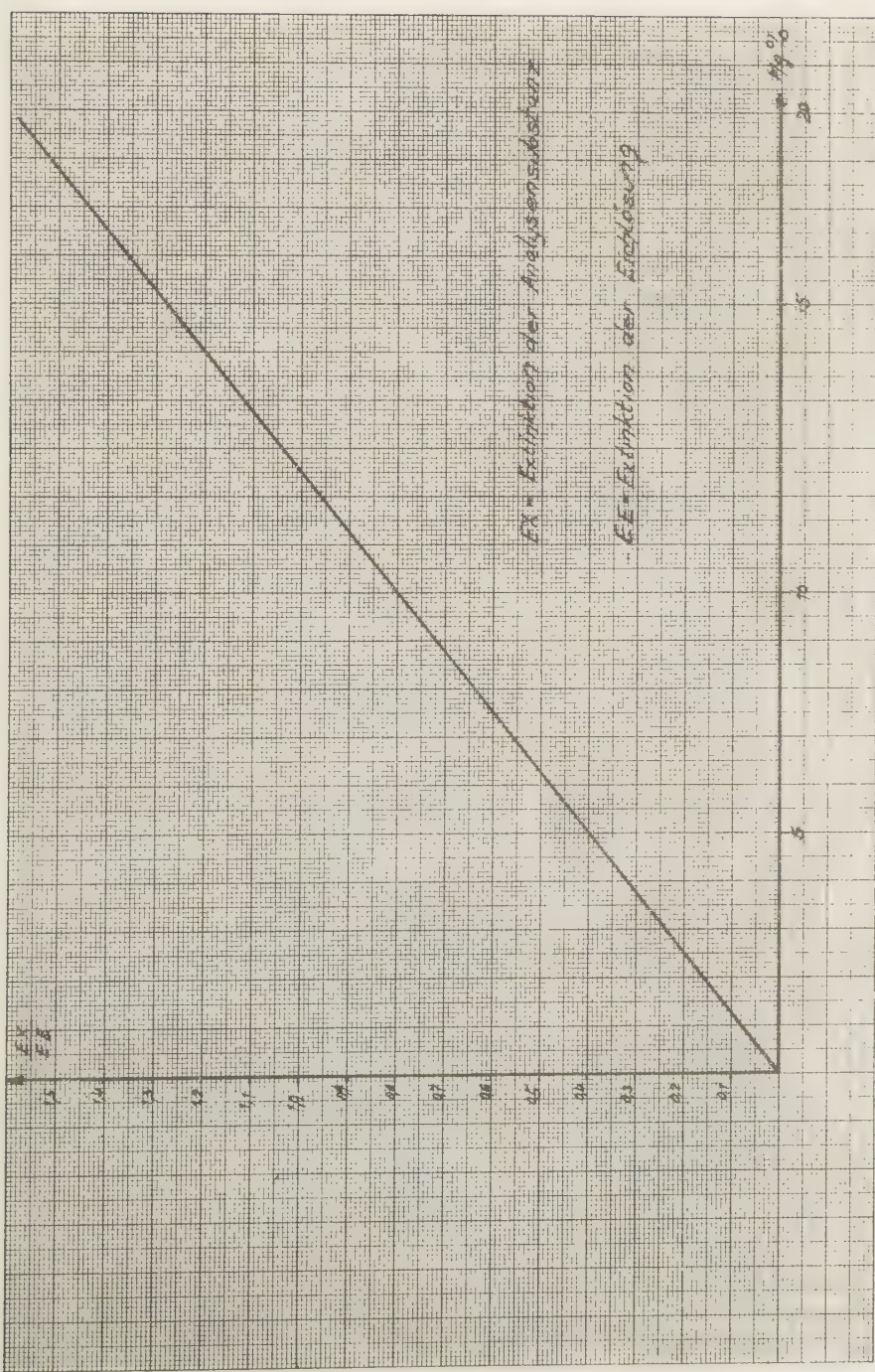
Im Rahmen dieser Arbeit wurden 1945 Milchproben (Viertel- und Einzelmilchproben) flammenphotometrisch auf ihren Mineralstoffgehalt untersucht. Dabei wurden folgende Beobachtungen gemacht:

- 1.) Der Gehalt an Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium und Chlor in unveränderter Milch schwankt mehr oder weniger. Für die einzelnen Mineralien wurden folgende Spannweiten ermittelt:

Na	31,2	~ 60	mg%
K	132,0	-161	mg%
Ca	100,0	-124	mg%
Mg	9	- 13	mg%
Cl	78	-120	mg%

- 2.) In den einzelnen Vierteln bei Kühen mit gesunden Eutern bewegen sich die Mineralstoffwerte in engen Grenzen.
- 3.) Die Korrelationen zwischen den einzelnen Mineralien normaler Milch liegen im allgemeinen recht niedrig, wobei statistisch gesicherte Beziehungen zwischen Na:K, Na:Mg, Na:Cl, K:Cl, Ca:Mg und Cl:Mg bestehen.
- 4.) In Milchen mastitisverdächtiger Kühe wird ein Natrium- und Chloranstieg beobachtet, während sich die Kalium-, Calcium- und Magnesiumwerte vermindern. Zur exakten Diagnose ist die Untersuchung von Viertelmilchproben unumgänglich, da bei Veränderungen an einem oder zwei Vierteln und bei extremen Mineralstoffgehalten der gesunden Viertel eine Einzelmilchprobenanalyse diese Fälle nicht erfassen würde.
- 5.) Die Korrelationen zwischen den einzelnen Mineralien von Milch mastitisverdächtiger Kühe sind zum Teil recht hoch. Mit Ausnahme der Beziehung zwischen Natrium und Magnesium sind alle korrelativen Bindungen hoch gesichert.

- 6.) Zwischen den Gruppen mastitisverdächtiger und klinisch gesunder Kühe besteht ein signifikanter Unterschied (P 0,05).
- 7.) Der Mineralstoffgehalt in der Trocken- und Kolostralmilchperiode ist immer erhöht. Diagnostische Rückschlüsse gestattet grundsätzlich nur der Vergleich von Viertelmilchproben.
- 8.) Die Korrelationen zwischen den einzelnen Mineralien in der Kolostralphase sind zu Beginn sehr hoch. In den folgenden Tagen nach der Geburt nehmen die korrelativen Bindungen Größenordnungen an, wie sie in reifer Milch bekannt sind.
- 9.) Untersuchungen über den Einfluß der Aufbewahrung auf die Mineralstoffgehalte der Milch ergaben, daß sich diese durch äußere Einflüsse auch bei längerem Aufbewahren nicht ändern.
- 10.) Zwischen mikroskopischer Zellzählung, AMP und Mineralstoffgehaltsbestimmung besteht eine hohe Beziehung von etwa 80 %.



E_x = Extinktion der Analysensubstanz

E_E = Extinktion der Endlösung

VII. Literaturverzeichnis

- 1 ANDERSON, E. O. Einfluß der Laktationsperiode auf den Zellgehalt der Milch.
Milchw. Forschgn. 17 (1934) 19-23
- 2 ARCHIBALD, J.G. Trace elements in milk - A review Part I
Dairy Sci. Abstr. 20 (1958) 712-726
- 3 ARCHIBALD, J.G. Trace elements in milk - A review Part II
Dairy Sci. Abstr. 20 (1958) 800-812
- 4 BACHMANN, W. Über den Einfluß der Euterinfektion auf das Zellbild der Milch.
Vet. med. Diss. Bern (1932)
- 5 BAFI-YEBOA, M. Vergleichende Untersuchungen über die flammenspektrophotometrische Chlorbestimmung und den Zellgehalt der Milch.
Vet. med. Diss. Gießen (1968)
- 6 BAIER, W.
LEIDL, W. Untersuchungen über Korrelationen zwischen Laktationsstadium, bakteriellem Befund der Milch und SMT-Reaktion.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 11 (1964) 217-221
- 7 BARRY, I.M. Variations in the ionic and lactose content of milk.
Biochem. J. 54 (1953) 575-578
- 8 BECK, G. Mastitisdiagnose als Voraussetzung für den Erfolg einer Behandlung.
Dtsch. Tierärzteblt. 17 (1969) 213-214
- 9 BEIL, B. Studien über den Zellgehalt der Milch und seine Bestimmung.
Landw. Diss. Gießen (1955)

- 10 BISCHOFF, O. Die Geschmacksprobe und die Chlorbestimmung als wertvolle Hilfsmittel zur Erkennung pathologischer Milch.
Dtsch. tierärztl. Wschr. 37 (1929)
147-151
- 11 BLACK, A. A statistical study of the relationship
VORIS, L. between the constituents of milk.
J. Agri. Res. 48 (1934) 1025-1032
- 12 BREED, R.S. Über die aus dem Euter stammenden Zellen in der Milch.
Zschr. Untersuch. Nahrungsmittel 23
(1917) 411-415
- 13 COMBERG, G. Beitrag zur Frage des Mineralstoffgehaltes der Milch beim schwarzbunten Niederungsrind.
MEYER, H. Züchtungskunde 34 (1962) 243-253
- 14 COMBERG, G. Der Mineralstoffgehalt der Kuhmilch zu Beginn der Laktation.
MEYER, H. Züchtungskunde 35 (1963) 363-375
- 15 DIERNHOFER, K. Diagnostik der Euterentzündungen
Wiener Tierärztl. Mschr. 37 (1950)
855-857
- 16 EDELMÜLLER, R. Zellgehalt im Vorkolostrum vergleichend zum Kolostrum der Kuh
Vet. med. Diss. Wien (1952)
- 17 EGLI, R. Nachweis euterkranker Milch aus Lieferantenproben.
Vet. med. Diss. Bern (1959)
- 18 ELLENBERGER, H.B. Variations in the Calcium and phosphorus of cow's milk.
Agri. Exp. Stat. Vermont. Bull. (1950)
556-561

- 19 ENGEL, H.
SCHLAG, H. Beiträge zur Kenntnis des Kolostrums der Kuh.
Milchw. Forschgn. 2 (1925) 1-15
- 20 GADIENT Das Verhalten von Keim- und Zellgehalt infizierter Euterviertel im Verlaufe einer Zwischenmelkezeit.
Vet. med. Diss. Bern (1954)
- 21 GALLE, J. Zellen in der Milch.
Milchwirtsch. Zblt. 51 (1922) 208-211
- 22 GARRET, O.F.
OVERMAN, O.R. Mineral composition of the colostrum milk.
J. Dairy Sci. 23 (1940) 13-17
- 23 GRASSI, L. Die Leukozyten der Milch.
Milchw. Forschgn. 15 (1933) 142-146
- 24 GUEGUEN, L.
JOURNET, M. Die Variationen in der Mineralstoffzusammensetzung der Kuhmilch.
Le lait 413/14 (1962) 152-159
- 25 HERRMANN, R. Flammenphotometrie 2. Auflage (1960)
Springer-Verlag Berlin - Göttingen - Heidelberg
- 26 HILLMANN, C. Studien über Veränderungen in der Zusammensetzung und den Eigenschaften der Kuhmilch im Verlauf einer Laktationsperiode.
Landw. Diss. Gießen (1956)
- 27 HÖRICH, B. Vergleichende Ergebnisse im Rahmen der systematischen Kontrolle der chronischen Mastitis.
Vet. med. Diss. Gießen (1968)
- 28 JENNES,
PATTON Grundzüge der Milchchemie
Bayerischer Landwirtschaftsverlag
München - Basel - Wien (1967) 144 - 152

- 29 KÄSTLI, P.
BINZ, M. Die Bedeutung der Euterinfektion für
die Entstehung von katarrhalischen Sekretionsstörungen
Schweiz. Arch. Tierheilkunde 90 (1948)
349-381
- 30 KÄSTLI, P. Die Ursachen der Mastitis.
Tierärztl. Umschau 18 (1963) 527-534
- 31 KESSLER, E.M. Selection of samples in determination
of streptococcal flora of the udder.
J. Dairy Sci. 33 (1950) 676-679
- 32 KIRCHGESSNER, M. Der Mengen- und Spurenelementgehalt
im Rinderblut.
Zschr. Tierernährung u. Futtermittel 12
(1957) 156-169
- 33 KISZA, J.
KARWOWICZ, E.
SOBINA, A. Über Veränderungen im Mineralgehalt normaler
und anormaler Milch.
Milchwiss. 19 (1964) 437-440
- 34 KÖNZ, R. Die Zuverlässigkeit verschiedener
Methoden zum Nachweis einer Beimischung
von Mastitissekret zur normalen Milch.
Vet. med. Diss. Bern (1955)
- 35 KOLB, E. Zur Biochemie der Milchsekretion beim
Rind.
Mhette Vet. med. 13 (1958) 129-134
- 36 KRIEGER, A. Über die Anwendung des Schalm-Mastitis-
Testes in der Kolostralmilch beim Rind.
Vet. med. Diss. München (1961)
- 37 KRIENKE, W.A. Chlorid content of milk
J. Dairy Sci. 43 (1960) 437

- 38 LEDEHER, K. Über die Natur der zelligen Elemente
in der Milch.
Milchw. Zblt. 41 (1912) 263-266
- 39 NICKERSON, T.A. Chemical composition of milk.
J. Dairy Sci. 43 (1960) 589-606
- 40 NYIREDY, St. Schwankungen des Leukozytengehaltes der
Milch im Laufe der Laktationsfrist und
deren diagnostische Bedeutung.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 47 (1939)
547-553
- 41 OBIGER, G. Qualitätsverbesserung der Milch durch
Mastitisbekämpfung und hygienische Milch-
gewinnung.
Berl. Münch. Wschr. 70 (1957) 21-24
- 42 OBIGER, G. Mastitisdiagnose
Kieler Milchwirtsch. Forschber. 14
(1962) 307-325
- 43 ROOK, J. Potassium and lactose in milk in rela-
WOOD, M. tion in the physiology of milk secretion.
Nature 184 (Suppl. 9) (1959) 647-648
- 44 RUSSEL, H.L. Die Verbreitung von Zellelementen in
HOFFMANN, K. der Milch und deren Beziehung zu ge-
sundheitlichen Normalmaßen.
Milchwirtsch. Zblt. 4 (1908) 409-412
- 45 SASSER, J. Variations in potassium concentration
WARD, F. of cow's milk.
JOHNSON, M. J. Dairy Sci. 49 (1966) 893-895
- 46 SAVAGE, K. Zitat nach LEDEHER
Milchw. Zblt. 41 (1912) 263-266

- 47 SCHALM, O.W.
LEIDL, W. Die Zellzahlbestimmung in der Milch nach
PRESCOTT - BREED und ihre Fehlermöglichkeiten.
Milchwiss. 16 (1961) 557-565
- 48 SCHÖNBERG, F. Milchkunde und Milchnhygiene 43 (1956)
Verlag M. u. H. Schaper, Hannover
- 49 SCHÖNHERR, W. Tierärztliche Milchuntersuchung 2. Auflage
253-254 (1965) Verlag S. Hirzel, Leipzig
- 50 SCHULTZE-PETZOLD, H. Beitrag zur zytologischen Beurteilung
der Milch.
Berl. Münch. Wschr. 73 (1960) 349-352
- 51 SEELEMAN, K. Über den Zellgehalt der Milch, seine
Feststellung, Bedeutung und Beurteilung.
Milchw. 19 (1964) 183-194
- 52 SHERMAN, H. The science of nutrition
(Zitat nach SCHÖNBERG 1956)
- 53 SEIFF, E. Über den Zellgehalt chemisch einwand-
freier und physiologisch veränderter
Milch.
Med. Diss. Hamburg (1932)
- 54 STÖRK, M. Ein Beitrag zur Diagnose chronischer
Mastitiden im Trockenstadium beim Rind.
Vet. med. Diss. München (1963)
- 55 TAPERNOUX, A.
MAGAT, A.
BUECHER, S. Normalgehalte der Kuhmilch an Natrium
und Kalium.
Ann. Nutr. Aliment. 20 (1966) 79-83
- 56 TEUTE, H.W. Prädisponierende Faktoren für das Auf-
treten von Mastitis und Untersuchungen
über die Zusammensetzung der Mastitis-
milch.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 74 (1961)
185-189

- 57 TOLLE, A. Zit. nach BECK (1967)
Dtsch. Tierärzteblt. 17 (1969) 213-214
- 58 TRUNZ, A. Über die mineralischen Bestandteile der
Kuhmilch und ihre Schwankungen im Ver-
laufe einer Laktationsperiode.
Zschr. physiol. Chem. 40 (1903/04)
363-370
- 59 VANSCHOUBROEK, F.X. The effect of high or low milk yield
upon the composition of cow's milk.
Nederlands Melk-en Zuiverltschr. 13
(1959) 113-121
- 60 VERMA, S. Study on the naturally occuring salts
SOMMER, H.H. in milk.
J. Dairy Sci. 40 (1957) 331-335
- 61 WAHBY, A.M. Reaction, chloride content and cell
count and types of normal buffalo milk.
Zblt. Vet. med. 1 (1954) 773-775
- 62 WAHBY, A.M. A rapid laboratory method for diagnosis
of bovine Mastitis.
Zblt. Vet. med. 4 (1957) 341-358
- 63 WILDE, W. Über den Zellgehalt der Milch gesunder
Tiere.
Vet. med. Diss. Leipzig (1938)
- 64 WOLF, C. Studien über die sogenannten unspezifi-
schen Sekretionsstörungen der Milchdrüse.
Vet. med. Diss. Berlin (1932)

Herrn Professor Dr. H. Tillmann sage ich meinen besten Dank für die Überlassung des Themas und Frau Dr. B. Czernicki, Akademische Oberrätin der Ambulatorischen und Geburtshilflichen Veterinärklinik Gießen, für die wissenschaftlichen Anregungen und ihre vorbildliche Hilfsbereitschaft.

Mein besonderer Dank gilt ferner Herrn Professor Dr. R. Herrmann und seinen Mitarbeitern (Abteilung für Medizinische Physik an der Universitäts-Hautklinik Gießen) für die Bereitstellung der Flammenphotometer sowie ihre vorzügliche Unterstützung bei der Durchführung der Milchanalysen.

Schließlich möchte ich auch den Mitarbeitern des Milchlabors der Ambulatorischen und Geburtshilflichen Veterinärklinik für ihre Unterstützung danken.

Lebenslauf

Am 18. September 1938 wurde ich als Sohn des Arztes Dr. Wilhelm Ultes und seiner Ehefrau Gertrud Ultes, geborene Sieber, in Homburg/Saar geboren. Nach dem Besuch der Volksschule Bruchmühlbach/Pfalz, des Progymnasiums Landstuhl/Pfalz und des Staatlichen Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Gymnasiums Landau/Pfalz bestand ich im März 1960 die Reifeprüfung. Danach absolvierte ich einen einjährigen Grundwehrdienst in Wetzlar.

Nach einem dreisemestrigen Medizinstudium in Heidelberg begann ich im Wintersemester 1962/63 das Studium der Tiermedizin an der Justus Liebig-Universität Gießen, das ich im Februar 1968 mit der Tierärztlichen Prüfung abschloß.

Von März 1968 bis April 1969 war ich zunächst Veterinärpraktikant, später Assistent bei Herrn Dr. Storkebaum, Weilerbach/Pfalz. Im September 1968 erhielt ich die Approbation als Tierarzt.

Zur Zeit bin ich als wissenschaftliche Hilfskraft an der Ambulatorischen und Geburtshilflichen Veterinärklinik Gießen beschäftigt.

Introduction

The first part of the book is devoted to a general survey of the history of the theory of the structure of matter. It begins with a brief review of the classical theory of the structure of matter, and then proceeds to a discussion of the modern theory of the structure of matter, which is based on the principles of quantum mechanics.

The second part of the book is devoted to a detailed study of the properties of the elementary particles of matter. It begins with a discussion of the properties of the electron, and then proceeds to a discussion of the properties of the proton, the neutron, and the various types of mesons.

The third part of the book is devoted to a study of the properties of the various types of nuclei. It begins with a discussion of the properties of the stable nuclei, and then proceeds to a discussion of the properties of the unstable nuclei, which are known as radioactive nuclei.

The fourth part of the book is devoted to a study of the properties of the various types of elementary particles. It begins with a discussion of the properties of the various types of leptons, and then proceeds to a discussion of the properties of the various types of quarks.

FOTO-DRUCK LENZ · 63 Gießen · Riegelpfad 32, Ecke Ludwigstraße
Telefon 0641-77449